

(19) 日本国特許庁

公開特許公報

(2,000円)

特許願 15

昭和 47 12月18日

特許庁長官 殿

発明の名称 発光ダイオード

発明者

住 所 茨城県日立市幸町3丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内
姓 姓 畠 原 保 雄
名 姓 (ほか 2名)

特許出願人

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
会 社 株式会社 日立製作所
代 表 著 古 山 博 吉

代理人

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
会 社 株式会社 日立製作所内
電 話 東京 270-2111(大代表)
氏 名 (6189)弁理士 高橋 明夫

⑪特開昭 49-84383

⑬公開日 昭49.(1974) 8.13

⑫特願昭 47-126087

⑭出願日 昭47.(1972)12.18

審査請求 有 (全5頁)

庁内整理番号

7077 57

⑮日本分類

99(4)丁4

BEST AVAILABLE COPY

いて適度なダイオード構造をもたせている。光取出しの方法から発光ダイオードの構造を分類すると、(1)pn接合面で発生した光を接合面に平行な方向に取出す線発光型と、(2)接合面に垂直な方向に取出す面発光型になる。とくに後者の場合一般に知られているダイオードの構造は第1回の如きものである。同図(a)はブレーク型発光ダイオードの代表的な断面構造を示し、同図(b)はメサ型発光ダイオードの代表的な断面構造を示し、そして同図(c)はダイオード電流の分布を光取出面直下の接合に集中させるようにした改良型ダイオード構造の断面構造を示す。同図中各部をまとめて以下説明する。

1は光取出面上の電極からとりだすリード線、2はオーム接触用電極金属、3は光取出面、4は一方の導電型を有する半導体層、5は4と反対の導電型を有する半導体層、6は上記両半導体層4、5によって形成されるpn接合、7は半導体層5の表面に形成されるオーム接触金属電極、8はダイオードを固定するシステムである。また同図(a)、

明細書

発明の名称 発光ダイオード

特許請求の範囲

pn接合を基準にして光取出面を有する半導体層に対向する側の半導体表面に、光に対して透明な絶縁体を介するが、あるいは直接に、光に対する反射板となりうるような金属、あるいは高反射率を有する絶縁体膜を設けたことを特徴とする発光ダイオード。

発明の詳細な説明

この発明は発光ダイオードに関するもので、その目的とするところは光を光取出面より効率よく取出すことのできる発光ダイオードを提供することにある。

従来、発光ダイオード用の素材としてはGaAs、GaP、GaAlAs、GaAsP等の化合物半導体が用いられ、この素材に適当なドーピングを添加して所望のpn接合を形成している。この際光を効率よくダイオードの外に取出すために、接合形成時あるいはその前後の工程において適当な方法を用

(b)における9はダイオード電流が半導体を選択的に漏れる範囲、そして同図(c)の10は半導体層5の表面に被覆した絶縁体膜である。

同図(a), (b)の構造において共通な点は、光取出面に対向する半導体表面、即ち半導体層5の表面にはオーム接触用金属7が全面に被覆されていることである。このような電極構造を持つ接合をバイアスした場合、pn接合を流れる電流は電気抵抗の小さい領域に集中して流れやすく、ダイオード電流は電流路として最短距離となる9に集まる傾向が強い。したがって、pn接合で発生する光は主として9を含む接合でその多くが発生する。ここで発生した光のうち電極金属2の方向に進む光は半導体層4および電極金属2による吸収を受け、オーム接触用金属7の方向に進む光は半導体層5および金属7による吸収を受け、とくに電極金属2による吸収は光がダイオードから引き出される効率を低下する要因となっている。

このような欠点を改善するため同図(c)の如き電極構造がすでに提案されている。ここで特徴的な

ことは、半導体層5の表面周辺部に絶縁体膜10を設けていることであり、これによって電極金属2および電極金属7の間を流れる電流を光取出面3直下の接合部に集会させ、この接合部に発光の大部分を担わせようとすることがある。

しかしこの構造においては接合6から電極金属7に向う光がこの金属によって吸収されることに對しては何らの考慮もなされていない。

この発明は前述の如き從来の発光ダイオードの欠点を改め、ダイオード接合から発せられる光が効率よく外部に取出されるように改善したものである。即ち光取出面に対向する側の半導体表面に反射板を設けることを特徴とするものである。

以下この発明の基本を第2図により説明する。同図(a)はブレーナ型発光ダイオード、(b)はノサ型発光ダイオードである。同図において1~6は第1図と同様なのでその説明を省略する。17は電極金属2と同心であり、半導体層5の表面に形成された透明な絶縁体皮膜、18は上記皮膜17の上に形成させた可視ないし赤外光を反射する反射

板で例えれば反射率の高いAg, Al, Au, Niのような単体金属あるいは合金、19は半導体層5の表面の外周部と上記反射板18の全面に形成させたオーム接触用電極金属、そして20はダイオードを固定するシステムである。また21はpn接合6で発生した光のうち半導体層4を経由してダイオードの外に出る分であり、22は金属膜18に向う先であり、そして23は透明絶縁体膜17と反射板18による界面で反射され半導体層5と4を経由してダイオードの外に出る光である。さらにd0は電極金属2の直径であり、D0はpn接合6のうち透明絶縁体膜17、反射板18に平行な部分の直径、Dは透明絶縁体膜17、反射板18の直径である。

このような構造のダイオードにおいては、ダイオード電流が電極金属2の直下のpn接合に集中することが避けられ、したがって金属電極2を含まない光取出面3の直下の接合部で主要な発光が行なわれる。このpn接合で発生した光のうち21は半導体層4によって吸収される分を除いて

はほとんどダイオードの外に出される。一方反射板18に向う光22は17と18の界面で反射されて反射光となり、半導体層4, 5によって吸収される損失を除くほとんどがダイオードの外に出される。したがって、ダイオードの外に出される光は21と23となり反射効果がほとんど期待できない従来の発光ダイオードより少なくとも23の分だけ光量が多く得られることが期待できる。

これは主発光接合領域に対向して設けられた透明絶縁体上に反射板を設け、さらに反射板にはpn接合面全域から到達する光が他の電極金属に照射されないような十分な面積をもたせることにより反射光を光取出面から効果的に取出すような構造のために得られる効果であり、反射を積極的に利用したところにこの発明の特徴がある。

第3回にて本発明の効果を説明する。第3図はノサ型GaAsダイオードにおいて、この発明を実施したダイオードと従来のダイオードとの電流-発光出力(フォトセル起電力)特性の比較である。この発明を実施したダイオードは第2回(b)の構造

のものであり、金属電極2はAu-Zn膜、4はZnドープ(キャリヤ濃度 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)厚さ8μのP型GaAS、5はSiドープ(キャリヤ濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)厚さ約100μのn型GaAS、17はSiO₂膜をケミカル、ペーパー、デポジション法で5000Åに被覆した層、18はAlを約10μ真空蒸着法で被覆した層、19はAu-Ge-Niを真空蒸着したものである。ここでd₀は100μ、D₀は500μ、Dは500μである。一方従来法によるダイオードは第2回(b)における2、4、5および17は前述と同じであるが、18は設げずにSiO₂膜に直接Au-Ge-Niを被覆した構造のもので、d₀、D₀、およびDは前述と同じである。なお、これらダイオードは同一ウエハに形成した接合を切り出したものである。

第3図で発光出力はダイオード電流を増すにつれて増加するが、この発明を実施したダイオードは従来構造のダイオードよりも各電流域で3-5倍の高い発光出力を示している。実験結果に

1オームの断面図、第2図(a)および(b)はそれぞれこの発明の基本を示す断面図、第3図は従来のものとこの発明に係るものとの効果の比較図である。

符号の説明

- 2 電極金属
- 3 光取出面
- 4 一方の導電型の半導体層
- 5 他方の導電型の半導体層
- 6 p-n接合
- 7 透明絶縁体膜
- 17 反射板
- 18 電極金属

代理人弁理士高橋明夫

特開昭49-84383(3)

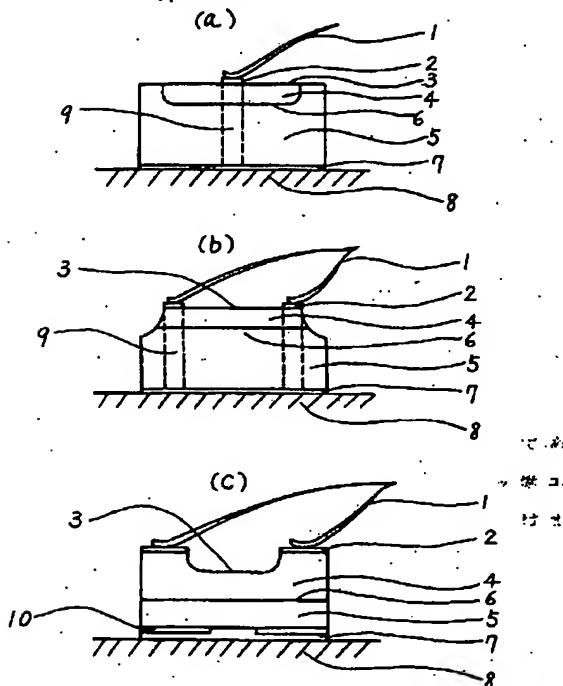
よると、このような差は極めて再現性よく得られる。以上の結果で明らかなように、この発明に係る発光ダイオードが光出力の増加に極めて有効なことが明確となった。

この発明は前述の実施例にのみ限定されるものではなく、第2図における半導体層5の透明絶縁体膜17に近い部分を化学エッチング等によくくぼみを作り、そのくぼみ表面に絶縁体膜を介するかあるいは反射膜を設ける場合にも適用できる。とくに、これらの構造は大きな発光面積を必要とする大出力用発光ダイオードの場合に極めて有効である。また、この発明は半導体素材がGaASに限らずGaAlAs、Gap、SiC、GaASP等あるいはこれらのヘテロ接合の場合にも適用でき、反射板としてはAl、Ag、Ni、Au等の反射率の高い金属又は合金でもよく、そして必ずしも導電性であることを必要としない。さらにpn接合面の形状も円形に限定されるものではない。

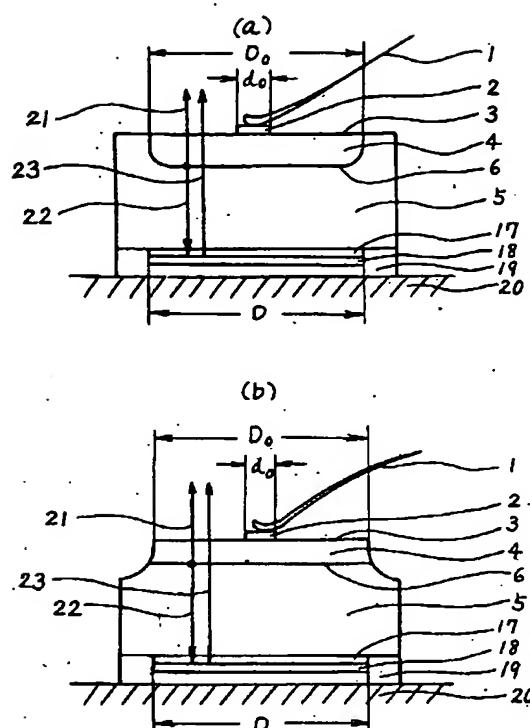
図面の簡単な説明

第1図(a)、(b)および(c)はそれぞれ従来の発光ダ

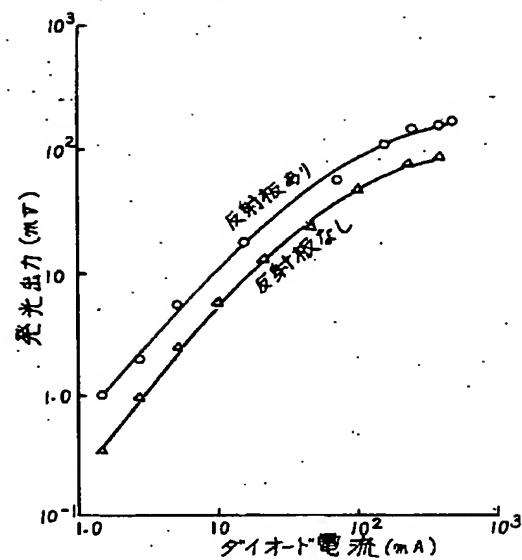
第1図



第2図



第3図



添附書類の目録

- (1) 明細書 13頁
 (2) 図面 13頁
 (3) 授業状 13頁
 (4) 特許権請求書 13頁

前記以外の発明者、特許出願人または代理人

発明者

在所 茨城県日立市幸町3丁目1番1号
 株式会社 日立製作所 日立研究所内
 氏名 香原良等

在所 同上

氏名 浦満

手続補正書

昭和 49. 2. 15

特許庁長官 斎藤英雄殿

事件の表示

昭和47年 特許第 126087号

発明の名称

発光ダイオード

補正をする者

事件との関係 特許出願人
 名 称 株式会社 日立製作所

代理人

在所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
 株式会社 日立製作所内 電話 東京270-2111 大代表
 氏名 (610) 代理士 高橋明夫

補正の対象 明細書の発明の詳細を説明の範

補正の内容 特許権

5字削除

補正の内容

それ訂正する。

以上

1, 本願添付明細書第2頁第6行の「第1回」
を「第1図」に、第20行の「システム」を「ス
テム」にそれぞれ訂正する。

2, 同第4頁第4行の「集会」を「集合」に訂
正する。

3, 同第5頁第1行の「N！」を「N！。O.r.
R.h., O.u.」に、第5行の「システム」を「スチ
ム」に、第7行の「金属膜」を「反射板」に、第
8行の「向う先」を「向う光」に、それぞれ訂正
する。

4, 同第6頁第16行の「第3回」を「第3図」
に、第20行の「第2回」を「第2図」にそれぞ
れ訂正する。

5, 同第7頁第10行の「第2回」を「第2図」
に訂正する。

6, 同第8頁第7行の「よくく」を「よるく」
に、第9行の「反射膜」を「直接に反射膜」に、
第13行の「Gap」を「GaP」に、第15行の
「Au」を「Au, Cr, Rh, O.u.」に、それ

10

15

20

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox